

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-368205

(43)Date of publication of application : 20.12.2002

(51)Int.Cl. H01L 27/148
G01B 11/00
G01C 3/06

(21)Application number : 2001-177387 (71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

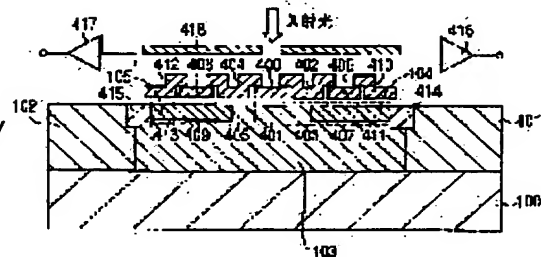
(22)Date of filing : 12.06.2001 (72)Inventor : YOSHIDA TAKEKAMI

(54) INPUT DEVICE FOR DISTANCE INFORMATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a distance information input device which is small-sized and multifunctional, and has high precision and low power consumption.

SOLUTION: In this distance information input device, a photodetecting element has a P-type impurity area formed on an N-type semiconductor substrate; and also has a photoelectric conversion part, a charge storage, a transfer switch, and an amplifier circuit on the P impurity region. Further, the P-type impurity density of a 1st P-type impurity region provided in an area corresponding to the photoelectric conversion part, transfer switch, and charge storage in the P-type impurity region is lower than that of a 2nd P-type impurity region provided in the region, corresponding to the amplifier circuit part; and an N-type impurity area having N-type impurity density as high as or higher than the P-type impurity density of the 1st P-type impurity area is provided in the region corresponding to part of the side of the transfer switch close to the charge storage and the charge storage in the surface of the P-type impurity region.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

This Page Blank (used)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-368205
(P2002-368205A)

(43) 公開日 平成14年12月20日 (2002. 12. 20)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	キーワード (参考)
H 0 1 L 27/148		G 0 1 B 11/00	B 2 F 0 6 5
G 0 1 B 11/00		G 0 1 C 3/06	Z 2 F 1 1 2
G 0 1 C 3/06		H 0 1 L 27/14	B 4 M 1 1 8

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-177387(P2001-177387)

(22) 出願日 平成13年6月12日 (2001. 6. 12)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号

(72) 発明者 吉田 武一心

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外 4 名)

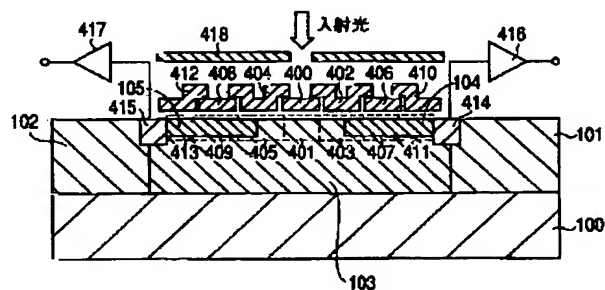
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 距離情報入力装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、小型・多機能かつ高精度、低消費電力である距離情報入力装置を提供する。

【解決手段】本発明によると、受光素子は、N型半導体基板上に形成されたP型不純物領域と、光電変換部と、電荷蓄積部と、転送スイッチ部と、増幅器回路部とを前記P不純物領域上に有し、前記P型不純物領域の内、前記光電変換部および前記転送スイッチ部ならびに前記電荷蓄積部に対応する領域に設けられた第1のP型不純物領域のP型不純物濃度は、前記増幅器回路部に対応する領域に設けられた第2のP型不純物領域のP型不純物濃度よりも低濃度であると共に、前記P型不純物領域の表面の内、前記転送スイッチ部の前記電荷蓄積部に近い側の一部と前記電荷蓄積部とに対応する領域に、前記第1のP型不純物領域のP型不純物濃度と同等もしくはそれより高いN型不純物濃度を有するN型不純物領域を設けることを特徴とする距離情報入力装置が提供される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体に輝度変調した光を照射し、前記輝度変調された光を照射された前記物体からの反射光を受光し、光電変換を行うと共に、前記輝度変調光源と同期して感度変調可能な受光素子を備えた距離情報入力装置において、

前記受光素子は、

N型半導体基板上に形成されたP型不純物領域と、

光を電荷に変換する光電変換部と、

前記光電変換部によって変換された電荷を蓄積記憶する電荷蓄積部と、

前記光電変換部と前記電荷蓄積部との間に設けられ、前記光電変換部によって生成された電荷を前記輝度変調と同期して前記電荷蓄積部へ転送する転送スイッチ部と、前記電荷蓄積部に蓄積記憶された電荷を電圧に変換して出力するための増幅器回路部と、

を前記P型不純物領域上に有し、

前記P型不純物領域の内、前記光電変換部および前記転送スイッチ部ならびに前記電荷蓄積部に対応する領域に設けられた第1のP型不純物領域のP型不純物濃度は、前記増幅器回路部に対応する領域に設けられた第2のP型不純物領域のP型不純物濃度よりも低濃度であると共に、

前記P型不純物領域の表面の内、前記転送スイッチ部の前記電荷蓄積部に近い側の一部と前記電荷蓄積部に対応する領域に、前記第1のP型不純物領域のP型不純物濃度と同等もしくはそれより高いN型不純物濃度を有するN型不純物領域を設けることを特徴とする距離情報入力装置。

【請求項2】 前記N型不純物領域の下部に、前記第1のP型不純物領域より高濃度あり、かつ前記第2のP型不純物領域よりも低濃度である第3のP型不純物領域を設けることを特徴とする請求項1に記載の距離情報入力装置。

【請求項3】 前記光電変換部および前記転送スイッチ部の前記光電変換部に近い側の一部に対応する前記P型不純物領域表面に第4のP型不純物領域を設けると共に、前記第4のP型不純物領域の下部に前記N型不純物領域より低い不純物濃度を有する第2のN型不純物領域を設けることを特徴とする請求項1または2に記載の距離情報入力装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、距離情報入力装置に係り、特に、対象物に向けて光を照射し、その反射光を受光することにより対象物までの距離を検出する測距装置において、関わり、対象物の距離情報を画像としてリアルタイムに取り込む距離情報入力装置に関する。

【0002】

【従来の技術】測距方法の一つに光の空間伝搬時間計測

する方法(Time of Flight法;TOF法)がある。

【0003】この方法に基づいて、対象物の距離情報を2次元的に取得するのに、輝度変調したスポット光を2次元的に走査して1つの感度変調素子で受光する、あるいは輝度変調光をエリア照明して一括して感度変調素子アレイで受光する、といった方法がとられる。

【0004】この例として、R. Miyagawaらの発表(1995 IEEE Workshop on Charge-Coupled Devices and Advanced Image Sensors, April 20-22; "Integration-Time Based Computational Image Sensors")やRobert Langeらの発表(Sensors, Cameras, and Systems for Scientific/Industrial Application II, Proc. SPIE, Vol. 3965, San. Jose, (2000) "Demodulation Pixels in CCD and CMOS Technologies for Time-of-Flight Ranging")がある。

【0005】以下、輝度変調光源と感度変調素子を用いてリアルタイムに距離画像(対象物の奥行きに関する情報を2次元的に並べたもの)を取得する方法について、R. Miyagawaらの発表を例にとりて説明する。

【0006】図4は、R. Miyagawaらが用いた感度変調素子の受光部について、1画素分の断面構造を示したものである。

【0007】P導電型基板419上に、転送チャネル形成のための低濃度なN不純物領域420と、その上部には図示していない絶縁膜によってそれぞれ絶縁されたポリシリコンゲートにより転送電極が形成されている。

【0008】また、電荷を電圧に変換するためのN型拡散領域414および415と、N型拡散領域414および415とそれぞれ電気的に接続された増幅器回路416および417と、N型拡散領域414および415の電圧に初期電圧を与えるための図示していないリセットスイッチが形成されている。

【0009】装置構成は、画素部にCCD(Charge Coupled Device:電荷結合素子)および複数の読み出し手段を備えている以外は、一般的なMOS型(Metal Oxide Semiconductor)固体撮像装置と同じであるため、説明を省略する。

【0010】入射光が遮光層418の開口部から素子の光電変換部401に入射すると、その入射光量に応じた光生成電子が発生する。

【0011】光電変換部401は、MOSフォトゲート400下に形成されるとともに、光電変換部401で生

成された電子は、転送ゲート402下の転送スイッチ部403および転送ゲート404下の転送スイッチ部405を介して、それぞれ電荷蓄積ゲート406下の電荷蓄積部407および電荷蓄積ゲート408下の電荷蓄積部409に転送されるように構成されている。

【0012】このとき、電荷蓄積ゲート407および409には、フォトゲート400よりも高い電圧が印加され、かつ転送ゲート402および404には相補的、すなわち転送ゲート402に転送パルスが印加するときには転送ゲート404がオフするようなパルスを入力する。

【0013】また、逆に、転送ゲート404に転送パルスが印加するときには、転送ゲート402がオフするようなパルスを入力する。

【0014】このように駆動することによって、光電変換部401で発生した電子を時間的に選択し、振り分けながら電荷蓄積部407および409に蓄積することができる。

【0015】電荷蓄積部407および409に蓄積された電荷は、転送ゲート410および412をオンすることにより、転送ゲート410下の転送部411および転送ゲート412の転送部413を介し、それぞれN型拡散領域414および415にそれぞれ転送され、電荷-電圧変換される。

【0016】それらの変換電圧は、増幅器回路416および417によって、それぞれ、外部に出力される。

$$\begin{aligned} R &= c \cdot \Delta t / 2 \\ &= (cT/4) \cdot \{ (2Q2) / (Q1 + Q2) \} \\ &= (cT/4) \cdot [1 - \{ (Q1 - Q2) / (Q1 + Q2) \}] \cdots (1) \end{aligned}$$

と表される。

【0025】したがって、電荷蓄積部407および409の電荷を各々検出し、それらの検出された電荷を式(1)に基づいて処理することによって、対象物までの距離を測定することが可能となる。

【0026】このように、TOF法に基づく測距においてゲートのオン/オフにより電荷を振り分けるタイプの感度変調画素（以下、電荷振り分け方式画素）を用いると、対象物までの距離は振り分けられた電荷Q1とQ2の比から求められるので、一度の検出で距離情報を得ることができる。

【0027】R. Miyagawaらの発表、Robert Langeらの発表の測距装置ともに、汎用CMOSプロセスにCCD構造を形成するプロセスを追加したCMOS/CCDプロセスによって達成されている。

【0028】このCMOS/CCDプロセスについて、より具体的に説明すると、通常のCMOSプロセスに加え、CCDゲート構造を形成するために2つのポリゲートを使用可能とし、さらにCCDゲート部のウェル濃度を低濃度化するか、あるいはウェルと反対導電型の不純物を表面または内部に注入することにより、表面ある

【0017】図5は、図4の光電変換部401で発生した電子を振り分けながら電荷蓄積部409および407に蓄積するときのポテンシャル図である。

【0018】次に、図6を用い、上記感度変調素子を用いた測距原理について説明する。

【0019】図6は、図4において、送光時の輝度変調光と受光時の対象物からの反射光の光強度、転送ゲート402と404の印加電圧、受光部401で生成される信号電荷量および蓄積部407、409の電荷蓄積量の時間変化を表すタイミングチャートである。

【0020】まず、パルス変調された輝度変調光は、転送ゲート402に印加される電圧とは同位相であり、転送ゲート404に印加される電圧とは180度位相がずれている。

【0021】次に、反射光は、送光時の輝度変調光に対して、対象物までの距離Rを往復するのにかかる時間 Δt だけ位相が遅れている。

【0022】その反射光が受光部401に達すると、その光強度に比例した量の電荷Qが生成される。

【0023】この電荷Qは、転送ゲート402とゲート404のオン/オフに対応して、それぞれの位相と揃った成分ごとに、転送スイッチ部403、405を介して電荷蓄積部407、409にそれぞれ振り分けられることにより、電荷Q1、電荷Q2が蓄積される。

【0024】このとき対象物までの距離Rは、光速c、変調パルス幅Tとすると、

いはバルクチャネルを形成する行程が追加されたプロセスである。

【0029】

【発明が解決しようとする課題】上述した測距方式を用いて精度よく測距を行うには、受光部において入射光により発生した光生成電子を電荷蓄積部に転送する速度、すなわち、電荷転送速度を向上させる必要がある。

【0030】例えば、10MHzで電荷を振り分ける場合、少なくともナノ秒オーダーで光生成電子を完全転送する必要がある。

【0031】この電荷転送速度が遅いと、一方の転送スイッチがON状態のときに転送されずに受光部に残された光生成電子が、他方の転送スイッチがON状態に変わったときに転送されてしまうことにより、クロストークとなる。

【0032】以下、このクロストークを電荷転送クロストークと呼ぶ。

【0033】また、この電荷転送クロストークは、比較的電荷転送速度が速い場合においても、転送スイッチがオフするとき、転送スイッチ部に残っている電子が光電変換部に逆流することによっても起こる。

【0034】しかしながら、従来技術ではこの電荷転送クロストークに関して考慮されていなかったため、電荷蓄積部に蓄積された信号電荷には位相に依存しない成分（オフセット成分）が加わってしまうことにより、所望の測距精度が得られないという問題があった。

【0035】また、上述した測距方式を用いて精度よく測距を行うには、受光部の深い領域で発生した光生成電子が転送スイッチ部を介さずに熱拡散により直接電荷蓄積部に移動することにより振り分けられた2つの電荷パケット（蓄積電荷）にそれぞれオフセット成分が加わることで、すなわち、電荷拡散クロストークを軽減させる必要がある。

【0036】しかしながら、従来技術では、このような電荷拡散クロストークの改善に関して考慮されていなかったため、信号成分のダイナミックレンジが小さくなり、所望の測距精度が得られないという問題があった。

【0037】また、CMOSプロセスにより作製されたイメージセンサには低電圧駆動および周辺回路のワンチップ化による小型化、低消費電力化、多機能化といった利点があり、通常、電源電圧5V以下で動作する。

【0038】そのためCMOSプロセスで電荷転送を行う場合でも、電源電圧5V以下で動作するように構成することが望ましい。

【0039】しかしながら、従来の技術では低電圧化に関して考慮されていなかったため、消費電力が大きくなり装置の小型化が困難であった。

【0040】本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、電荷転送クロストークの低減化、電荷拡散クロストークの低減化および低電圧化により、CMOSプロセスで作製することが可能で、周辺回路ワンチップ化した小型・多機能かつ高精度、低消費電力である距離情報入力装置を提供することを目的とする。

【0041】

【課題を解決するための手段】本発明によると、上記課題を解決するために、

(1) 物体に輝度変調した光を照射し、前記輝度変調された光を照射された前記物体からの反射光を受光し、光電変換を行うと共に、前記輝度変調光源と同期して感度変調可能な受光素子を備えた距離情報入力装置において、前記受光素子は、N型半導体基板上に形成されたP型不純物領域と、光を電荷に変換する光電変換部と、前記光電変換部によって変換された電荷を蓄積記憶する電荷蓄積部と、前記光電変換部と前記電荷蓄積部との間に設けられ、前記光電変換部によって生成された電荷を前記輝度変調と同期して前記電荷蓄積部へ転送する転送スイッチ部と、前記電荷蓄積部に蓄積記憶された電荷を電圧に変換して出力するための増幅器回路部と、を前記P型不純物領域上に有し、前記P型不純物領域の内、前記光電変換部および前記転送スイッチ部ならびに前記電荷蓄積部に対応する領域に設けられた第1のP型不純物領

域のP型不純物濃度は、前記増幅器回路部に対応する領域に設けられた第2のP型不純物領域のP型不純物濃度よりも低濃度であると共に、前記P型不純物領域の表面の内、前記転送スイッチ部の前記電荷蓄積部に近い側の一部と前記電荷蓄積部とに対応する領域に、前記第1のP型不純物領域のP型不純物濃度と同等もしくはそれより高いN型不純物濃度を有するN型不純物領域を設けることを特徴とする距離情報入力装置が提供される。

【0042】本発明によれば、光電変換部のP型不純物濃度を増幅器回路部のP型不純物濃度よりも低く設定するため、空乏層の広がりが大きくなり、より多くの光生成電子を発生させることができる、すなわち高感度になる。

【0043】また、導電型がP型である光電変換部がN型半導体基板上に形成されているため、光電変換部の深い領域に存在する電子は基板電極に吸収されるようになるため電荷拡散クロストークが低減される。

【0044】さらに、転送スイッチ部のうち電荷蓄積部に近い側の一部および電荷蓄積部の半導体表面に低濃度のN型不純物領域を形成しているので、転送スイッチ部にビルトインポテンシャルが加わるため、転送スイッチ部における転送速度を向上し、したがって電荷転送クロストークを低減することができる。

【0045】また、本発明によると、上記課題を解決するために、

(2) 前記N型不純物領域の下部に、前記第1のP型不純物領域より高濃度あり、かつ前記第2のP型不純物領域よりも低濃度である第3のP型不純物領域を設けることを特徴とする(1)に記載の距離情報入力装置が提供される。

【0046】本発明によれば、転送スイッチ部のうち電荷蓄積部に近い側の一部および電荷蓄積部の半導体表面に形成された低濃度のN型不純物領域の下部に光電変換部のP型不純物濃度よりも高濃度のP型不純物領域を形成しているため、濃度差によるビルトインポテンシャルにより、電子が電荷蓄積部方向に熱拡散しないような電界を生じさせることができるため、電荷クロストークをさらに低減することができる。

【0047】このとき、低濃度のN型不純物領域の下部に位置するように光電変換部よりも高濃度のP型不純物領域を形成しているため、転送チャネルにおいて電子の移動を妨げるという問題も起こらない。

【0048】(3) 前記光電変換部および前記転送スイッチ部の前記光電変換部に近い側の一部に対応する前記P型不純物領域表面に第4のP型不純物領域を設けると共に、前記第4のP型不純物領域の下部に前記N型不純物領域より低い不純物濃度を有する第2のN型不純物領域を設けることを特徴とする(1)または(2)に記載の距離情報入力装置が提供される。

【0049】本発明によれば、光電変換部および転送ス

スイッチ部のうち光電変換部に近い側の一部のチャンネルがバルクチャンネルとなる。

【0050】これにより、電荷振り分け動作において、光電変換部および転送スイッチ部に印加する電圧は比較的低いため、5V以下の印加電圧でもチャンネルを形成することができる。

【0051】このとき、高速な電荷転送を必要とする光電変換部および転送スイッチ部における電荷転送速度は表面散乱の影響を受けなくなるので、高速になり、かつ半導体表面における電子の捕獲・放出過程の影響も受けないため、電荷クロストークが低減される。

【0052】また、光電変換部の表面を高濃度のP型不純物領域を形成し、界面準位を正孔で満たすことにより、光電変換部の半導体表面において発生する暗電流を低減することができる。

【0053】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0054】(第1の実施の形態) 本発明の第1の実施の形態について図1を用いて説明する。

【0055】図1は、本発明の第1の実施の形態による距離情報入力装置が適用される感度変調素子の受光部について、1画素分の断面構造を示す図である。

【0056】図1において、参照符号100はN導電型基板、参照符号101、102は増幅器回路部および図示しないリセットスイッチを構成するMOSトランジスタが形成されるP導電型不純物領域、参照符号103は光電変換部は転送電極が形成されるP導電型不純物領域、参照符号104、105はN導電型不純物領域を示している。

【0057】なお、図1において、参照符号400乃至418は、前述した図4のそれらと同じものなので、それらの説明を省略する。

【0058】この場合、P導電型不純物領域103はイオン注入および熱拡散により、あるいはエピタキシャル成長により形成され、P導電型不純物領域101および102よりも低濃度に設定されている。

【0059】例えば、P導電型不純物領域103はホウ素濃度が $\sim 2 \times 10^{-15} \text{ cm}^{-3}$ である。

【0060】このP導電型不純物領域103の濃度は転送電極に印加する所望の電圧において転送電極間にバリアができないように設定すればよく、特に、限定するものではない。

【0061】また、P型不純物領域101および102は、イオン注入および熱拡散により形成され、P不純物領域101および102の不純物濃度は、例えば、 2×10^{-16} 乃至 $2 \times 10^{-17} \text{ cm}^{-3}$ である。

【0062】この不純物濃度は、NMOSのしきい値電圧が所望の値の得られる範囲であればよく、特に、限定するものではない。

【0063】N導電型不純物領域104および105

は、転送スイッチ部の中央からN導電型拡散領域414および415まで分布しており、転送電極を形成する前の工程において、リン濃度 $2 \times 10^{-15} \text{ cm}^{-3}$ 乃至 $5 \times 10^{-15} \text{ cm}^{-3}$ 程度、あるいはそれ以上になるように表面にイオン注入される。

【0064】より好ましくは、P導電型不純物領域103と同程度、あるいはそれ以上に節いされるのが望ましい。

【0065】なお、これらのN導電型不純物領域104および105の濃度は、動作電圧において、この領域が完全空乏化するような条件であれば、特に、限定するものではない。

【0066】このような装置構成にすることにより、表面チャンネルCCDによる電荷振り分け方式の感度変調画素が実現される。

【0067】本実施の形態の特徴は、(1)電荷転送部を表面チャンネルCCDで構成しているため低電圧駆動が可能であり、(2)また、光電変換部401とMOSトランジスタが形成されるP型不純物領域101および102とP導電型不純物領域103濃度を独立して設定できることから、P型不純物領域103の濃度を調節することにより光電変換深さを任意に設定でき、高感度となるように設計することが可能であり、(3)N型半導体基板上に光電変換部が形成されているため、光電変換部の深い領域に存在する電子を基板電極に吸収させることができ、電荷クロストークが低減され、(4)さらに、転送スイッチ部の中央からN導電型不純物領域104および105を形成しているため、転送スイッチ部において最もフリンジ電界の効果が小さい転送スイッチ部の中央付近にビルトインポテンシャルによる電界を生じさせることができるので、転送速度を高めることができる、すなわち、電荷転送クロストークを低減できるところにある。

【0068】(第2の実施の形態) 次に、本発明の第2の実施の形態について、図2を用いて説明する。

【0069】図2は、本発明の第2の実施の形態による距離情報入力装置が適用される感度変調素子の受光部について、1画素分の断面構造を示す図である。

【0070】図2において、参照符号200および201は、光電変換部401が形成されるP導電型不純物濃度よりも高濃度かつMOSトランジスタが形成されるP導電型不純物領域101および102よりも低濃度のP導電型不純物領域を示している。

【0071】図2において、その他のものは、図1で説明したものと同様なので、同じ参照符号を付してそれらの説明を省略する。

【0072】この場合、P導電型不純物領域200および201は、例えば、ホウ素濃度が $\sim 5 \times 10^{-15} \text{ cm}^{-3}$ であり、N導電型不純物領域104および105

を形成する前にイオン注入および熱拡散により形成される。

【0073】本実施の形態の特徴は、N導電型不純物領域104および105の下部にP導電型不純物領域200および201を形成することにより、P導電型不純物領域200および201と、P導電型不純物領域103との間に濃度差によるビルトインポテンシャルを生じさせることができ、光電変換部で発生した光生成電子が電荷蓄積部409に熱拡散しないような電界を生じさせることができるため、電荷拡散クロストークを低減することができるようにあり、もちろん本発明の第1の実施の形態の特徴を有する。

【0074】(第3の実施の形態)次に、本発明の第3の実施の形態について、図3を用いて説明する。

【0075】図3は、本発明の第3の実施の形態による距離情報入力装置が適用される感度変調素子の受光部について、1画素分の断面構造を示す図である。

【0076】図3において、参照符号300は、N導電型不純物領域、参照符号301は、P導電型不純物領域である。

【0077】図3において、その他のものは、図1および図2で説明したものと同様なので、同じ参照符号を付してそれらの説明を省略する。

【0078】この場合、N導電型不純物領域300は、例えば、リンを 100 keV 以上の加速電圧により、濃度が $\sim 1 \times 10^{-16}\text{ cm}^{-3}$ になるようにイオン注入される。

【0079】その後、P導電型不純物領域301が、例えば、ホウ素を $\sim 30\text{ keV}$ の加速電圧により、濃度が $1 \times 10^{-16}\text{ cm}^{-3}$ 乃至 $1 \times 10^{-17}\text{ cm}^{-3}$ になるようにイオン注入される。

【0080】より好ましくは、N導電型不純物領域300の不純物濃度は、N導電型不純物領域104および105の不純物濃度より低く設定されるのが望ましい。

【0081】なお、これらの濃度およびイオン注入時の加速電圧については、動作電圧においてN導電型不純物領域300が空乏化され、かつ転送スイッチ部405においてN導電型不純物領域104および105のポテンシャルがN導電型不純物領域300のポテンシャルよりも高くなるように設定されていれば、特に、限定するものではない。

【0082】本実施の形態の特徴は、MOSフォトゲート400に印加する電圧を大きくせずに、光電変換部401のチャネルをバルクチャネルとすることができ、高速な電荷転送を必要とする光電変換部401および転送スイッチ部402および404における電荷転送速度は表面散乱の影響を受けなくなるので高速になり、かつ半導体表面における電子の捕獲・放出過程の影響も受けないため、電荷転送クロストークが低減されるところにある。

【0083】また、本実施の形態の特徴は、光電変換部の表面を高濃度のP型不純物領域を形成し、界面準位を正孔で満たすことによって、光電変換部の半導体表面において発生する暗電流を低減することができるようにあり、もちろん本発明の第1および第2の実施の形態における特徴を有する。

【0084】上記の実施の形態はいずれもCMOS/CCDプロセスをベースに作製され、電源電圧5V以下で動作可能である。

【0085】例えば、MOSフォトゲート400、転送ゲート402および404、蓄積ゲート406および408に印加する電圧は、それぞれ1.5V、3V、5Vである。

【0086】以上のようにして、本発明の距離情報入力装置は、従来の装置と比較して数分の1以下の低消費電力化が可能であるとともに、CMOS技術による周辺回路の集積化が可能となり装置を小型に構成することができる。

【0087】

【発明の効果】したがって、以上説明したように、本発明によれば、電荷転送クロストークの低減化、電荷拡散クロストークの低減化および低電圧化により、CMOSプロセスベースで作製することが可能で、周辺回路ワンチップ化した距離情報入力装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の第1の実施の形態による距離情報入力装置が適用される感度変調素子の受光部について、1画素分の断面構造を示す図である。のついで図1を用いて説明する。

【図2】図2は、本発明の第2の実施の形態による距離情報入力装置が適用される感度変調素子の受光部について、1画素分の断面構造を示す図である。

【図3】図3は、本発明の第3の実施の形態による距離情報入力装置が適用される感度変調素子の受光部について、1画素分の断面構造を示す図である。

【図4】図4は、従来の技術としてR. Miyagawaらが用いた感度変調素子の受光部について、1画素分の断面構造を示す図である。

【図5】図5は、図4の光電変換部401で発生した電子を振り分けながら電荷蓄積部409および407に蓄積するときのポテンシャル図である。

【図6】図6は、図4において、送光時の輝度変調光と受光時の対象物からの反射光の光強度、転送ゲート402と404の印加電圧、受光部401で生成される信号電荷量および蓄積部407、409の電荷蓄積量の時間変化を表すタイミングチャートである。

【符号の説明】

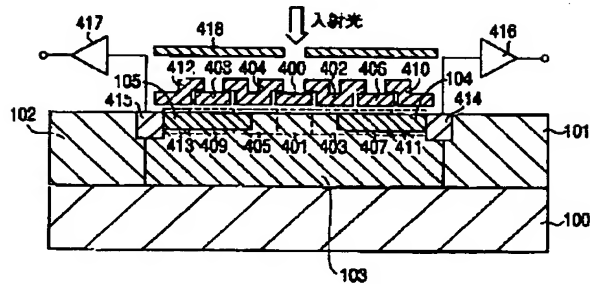
101、102…導電型不純物領域、

103…導電型不純物領域、

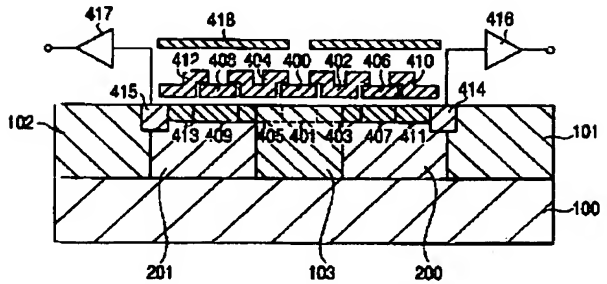
104、105…N導電型不純物領域、
414、415…N型拡散領域と、
416、417…増幅器回路、
418…遮光層、
401…光電変換部、
400…MOSフォトゲート、
402…転送ゲート、
403…転送スイッチ部、
404…転送ゲート、

405…転送スイッチ部、
406…電荷蓄積ゲート、
407…電荷蓄積部、
408…電荷蓄積ゲート、
409…電荷蓄積部、
410…転送ゲート、
202、201…P導電型不純物領域、
300…N導電型不純物領域、
301…P導電型不純物領域。

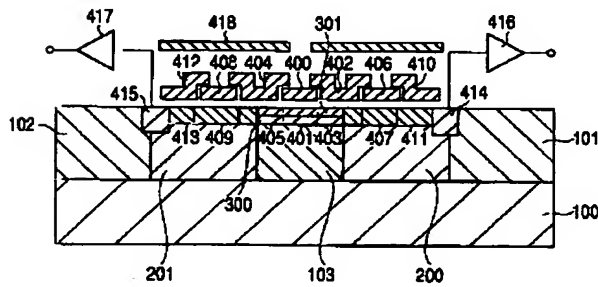
【図1】



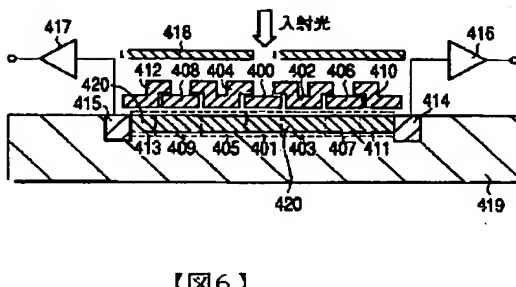
【図2】



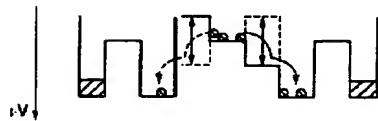
【図3】



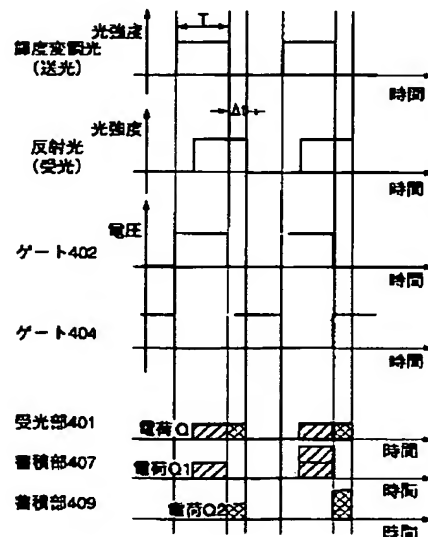
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2F065 AA02 AA06 AA53 DD01 DD02
DD06 FF12 FF13 FF32 HH04
JJ01 JJ03 JJ15 JJ26 MM16
QQ25 QQ26 QQ27 QQ47
2F112 AD01 BA04 BA05 BA10 CA12
DA28 FA12
4M118 AA02 AA04 AA05 AB03 BA11
CA07 DA02 DD04 FA03 FA08
FA34 FA35 FA39